

トモグラフィー解析による不純物の三次元発光強度分布と輸送コード
EMC3-EIRENEの比較

Comparison of 3D distribution of impurity emission intensity obtained by single field-of-view tomography with edge transport code EMC3-EIRENE in the large helical device

小林 汰輔¹⁾, 小林 政弘^{1,2)}, 岩間 尚文²⁾, クズミン アルセニー²⁾, 後藤 基志^{1,2)}, 河村 学思^{1,2)}, LHD実験グループ²⁾

Taisuke KOBAYASHI¹⁾, Masahiro KOBAYASHI^{1),2)}, Naofumi IWAMA²⁾, Arseniy KUZMIN²⁾, Motoshi GOTO^{1,2)}, Gakushi KAWAMURA^{1,2)}, and the LHD Experiment Group²⁾

¹⁾ 総合研究大学院大学

²⁾ 核融合科学研究所

¹⁾ SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies)

²⁾ National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences

磁場閉じ込め核融合炉の実現において、高温高密度プラズマの生成維持のために周辺領域における不純物輸送の研究は重要である。これまで実験やシミュレーションの両面から研究が進められているが、3次元的な周辺磁場構造に着目した計測が不足している。そのため新規にトモグラフィー手法を開発し2次元発光強度分布計測から大型ヘリカル装置LHDの周辺磁場領域の3次元の発光強度分布を得た。これらのデータと3次元輸送シミュレーションの比較から、現在の輸送モデルについての検討を行った。

可視分光器を使った空間多チャンネル計測では最外殻磁気面、ダイバータレグ、X点とダイバータプレートを含んだ計測領域において2次元発光強度分布を得ている。実験では1価から3価の炭素の発光強度分布の電子密度依存性について計測を行い、炭素の発光強度分布は価数や電子密度によって明確に異なっていることを確認した。

新しく開発したトモグラフィーによる解析手法は磁力線方向に速い輸送を持つプラズマ輸送の特徴を用いることで1視野方向の計測でも3次元構造の再構成を得ることができる。この手法は正則化によるラグランジュ関数の最小化問題を基礎としており、磁力線方向に沿ったセルと複数の正則化項を導入している。一般的に用いられているTikhonov正則化では1視野方向のみの計測から3次元の発光強度分布を得ることができないが、新しい手法では視線方向の分布を持った3次元画像を得ることができる。実験結果の解析によると、図の(A-2)

のように発光強度分布はX点周辺とダイバータレグに集中していることが確認できた。ダイバータレグの発光強度は価数が低くなるほど強くなり、ダイバータレグとX点周辺の発光強度の差はより大きくなることが確認されている。

3次元輸送コードEMC3-EIRENEとの比較によると2次元発光強度分布は実験計測の結果と大きく異なっていることが確認された。3次元分布では、発光はより局所的でありダイバータレグの発光強度はX点周辺よりも強くなっていた。また、シミュレーションではダイバータレグの発光はよりダイバータプレートの近くで発光しており、これらの結果からダイバータ板近傍でのプラズマと不純物の輸送モデルの再考が必要であることが分かった。発表では上記について詳細に議論する。

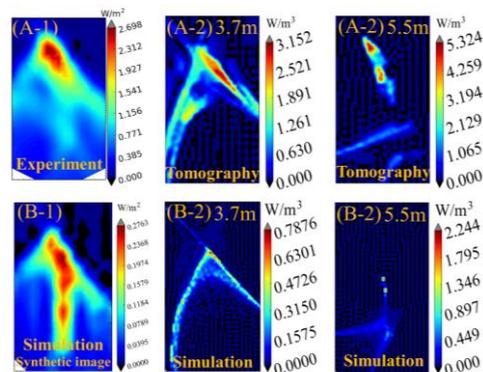


図. 3価の炭素(CIII, 464.7nm)の発光強度分布。(A-1)は実験による二次元発光強度分布、(A-2)はトモグラフィーによる再構成像、(B-1, 2)はシミュレーションによる発光強度分布、(B-1)はファイバー視線方向の積分量である。距離は観測点からの距離を表している。